

198

TL
378



10 (olier)
Soyar

Universidad del Salvador

Facultad de Medicina

Lic. en Ciencias de la Salud

Lic. en Actividades Físicas y Deportivas

**“Incidencia de las bajas temperaturas en el entrenamiento deportivo en
personas entre 17 y 25 años”**

Tesis de Grado

**UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR**

Autor: NUÑEZ CARDENAS, Héctor Javier

Tutor: REYES TOSO, Carlos

Año 2011



Agradecimientos

Este trabajo de investigación no podría haberse concretado tal cual está sin la ayuda de diversas personas y organizaciones.

La obra se beneficia con el trabajo previo de futuros colegas, publicados en libros, revistas, periódicos, boletines, cuyos conceptos y datos se han usado para basar o ilustrar conceptos. Se utilizan también encuestas que proveen de respuestas de riqueza única.

Merecen un agradecimiento especial:

- Lic. Blanca B. Tobías.
- Prof. Carlos Reyes Toso.
- Dra. Blanca M. Saucedo de Rizzo.
- Todos los encuestados.



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR



AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE	2
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MARCO TEÓRICO	8
TERMOGENESIS: BALANCE ENERGÉTICO	14
LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE ENERGÍA ESTÁN EQUILIBRADAS EN CONDICIONES ESTACIONARIAS	14
BALANCES ALIMENTICIOS: ENERGÍA DE LOS ALIMENTOS.....	15
<i>Métodos para determinar la utilización metabólica de las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas.....</i>	16
REGULACIÓN DE LA INGESTIÓN DE AUMENTOS Y DEL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	19
<i>Los centros nerviosos regulan la ingestión de alimentos.....</i>	20
<i>Factores que regulan la cantidad de alimento que se ingiere.....</i>	22
<i>Regulación inmediata de la ingestión de alimento.....</i>	22
<i>Regulación intermedia y tardía de la ingestión de alimentos.....</i>	23
<i>Resumen sobre la regulación tardía.....</i>	26
<i>Importancia de los sistemas reguladores inmediato y tardío de la alimentación.....</i>	26
OBESIDAD.....	27
<i>Regulación anormal de la alimentación como causa patológica de obesidad.....</i>	27
<i>Tratamiento de la obesidad.....</i>	30
INANICIÓN.....	31
AYUNO PROLONGADO.....	31
VITAMINAS.....	33
Vitamina A.....	34
Tiamina (vitamina B1).....	35
Niacina.....	36
Riboflavina (vitamina B ₂).....	37
Vitamina B12.....	38
Ácido fólico (ácido pteroilglutámico).....	39
Piridoxina (vitamina B ₆).....	40
Ácido pantoténico.....	40
Ácido ascórbico (vitamina C).....	41
Vitamina D.....	42
Vitamina E.....	42
Vitamina K.....	43
METABOLISMO MINERAL.....	43
FUNCIONES DEL TRIFOSFATO DE ADENOSINA (ATP) COMO "MONEDA ENERGÉTICA" DEL METABOLISMO	46
<i>Energía anaerobia frente a aerobia.....</i>	50
<i>LA DEUDA DE OXÍGENO ES EL CONSUMO ADICIONAL DE OXÍGENO UNA VEZ TERMINADO EL EJERCICIO AGOTADOR.....</i>	52
<i>Resumen de la utilización de la energía por las células.....</i>	52
<i>CONTROL DE LA LIBERACIÓN DE ENERGÍA EN LA CÉLULA.....</i>	53
ÍNDICE METABÓLICO	55
<i>Medición del índice metabólico de todo el organismo.....</i>	57
METABOLISMO ENERGÉTICO Y FACTORES QUE MODIFICAN LAS SALIDAS DE ENERGÍA	58
<i>Requerimientos energéticos globales para las actividades diarias.....</i>	59
<i>Metabolismo basal o gasto energético mínimo para la supervivencia.....</i>	59
<i>Energía empleada para las actividades físicas.....</i>	62
<i>Energía utilizada para procesar los alimentos. Efecto termogénico de los alimentos.....</i>	64
<i>Energía utilizada para la termogénesis sin escalofríos. Papel de la estimulación simpática.....</i>	64
TEMPERATURA CORPORAL, REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA Y FIEBRE.	65



TEMPERATURAS NORMALES DEL CUERPO	65
LA TEMPERATURA CORPORAL SE REGULA POR EL EQUILIBRIO ENTRE LA PRODUCCIÓN Y LA PÉRDIDA DE CALOR.....	66
Producción de calor.....	67
Pérdida de calor	67
Sistema aislante del cuerpo.....	67
El flujo sanguíneo desde el centro del cuerpo hacia la piel transfiere el calor	68
Aspectos físicos elementales acerca de la pérdida de calor desde la superficie cutánea	69
La sudoración y su regulación por el sistema nervioso autónomo.....	73
Pérdida de calor con el jadeo	76
REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL. FUNCIÓN DEL HIPOTÁLAMO.....	77
Detección termostática de la temperatura por el hipotálamo: papel de la zona preóptica del hipotálamo anterior	78
Detección de la temperatura por los receptores de la piel y de los tejidos corporales profundos.....	78
El hipotálamo posterior suma las señales sensitivas de temperatura central y periférica ...	79
Mecanismos efectores neuronales que reducen o aumentan la temperatura corporal	80
Mecanismos para reducir la temperatura cuando el cuerpo alcanza un calor excesivo	80
Mecanismos que aumentan la temperatura cuando el cuerpo está demasiado frío.....	81
El concepto de "punto de ajuste" para el control de la temperatura	84
La temperatura cutánea puede modificar ligeramente el punto de ajuste para el control de la temperatura central.....	85
Control conductual de la temperatura corporal.....	86
Reflejos locales de la temperatura cutánea.....	87
ALTERACIONES DE LA REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL	88
Fiebre	88
Reajuste del centro hipotalámico regulador de la temperatura en las enfermedades febriles y efecto de los pirógenos.....	88
Características de las enfermedades febriles.....	90
Golpe de calor (insolación).....	91
Exposición del cuerpo al frío extremo.....	93
Pérdida de la regulación térmica con las temperaturas bajas	93
EJERCICIO EN AMBIENTE FRÍO. PATOLOGÍA ASOCIADA	94
Entorno atmosférico en el ambiente frío. Velocidad del aire.....	94
Humedad relativa del aire.....	95
Estimación de las condiciones del medio ambiente frío.....	95
Entorno radiante	95
EJERCICIO EN AMBIENTES FRÍOS	96
Termogénesis	98
Termogénesis hormonal.....	98
Termogénesis muscular contráctil.....	99
Función muscular y respuestas metabólicas en ambiente frío.....	99
Factores que afectan la pérdida de calor corporal.....	100
Tamaño y composición corporal	100
Frío causado por el viento	101
Pérdida de calor en agua fría	102
Respuestas fisiológicas al ejercicio en ambientes fríos.....	104
Función muscular.....	104
Respuestas metabólicas.....	105
Riesgos para la salud durante el ejercicio en ambientes fríos.....	106
Consideraciones prácticas en la respuesta fisiológica contra el frío.....	106
Aclimatación al frío.....	106
PATOLOGÍA ASOCIADA A LA EXPOSICIÓN AL AMBIENTE FRÍO.....	108
Hipotermia	108
Efectos cardiorrespiratorios.....	109
Tratamiento de la hipotermia.....	110
Congelaciones.....	112



3. DISCUSIONES Y RESULTADOS.....	115
4. CONCLUSIÓN	119
5. BIBLIOGRAFÍA.....	122
TRATADO DE FISIOLÓGIA MEDICA: GUYTON & HALL. UNIDAD XIII. CAPÍTULOS 71, 72 Y 73.	122
TERMOGENESIS: <i>Balance energético</i>	122
FUNCIONES DEL TRIFOSFATO DE ADENOSINA (ATP) COMO "MONEDA ENERGÉTICA" DEL METABOLISMO	125
Temperatura corporal, regulación de la temperatura y fiebre.....	127
FISIOLÓGIA DEL ESFUERZO Y DEL DEPORTE. JACK H WILMORE & DAVID L. COSTILL: INFLUENCIAS AMBIENTALES SOBRE EL RENDIMIENTO:	128
Regulación térmica y ejercicio.....	128
PREPARING FOR COLD WEATHER EXERCISE: TODD MILLER, PhD, CSCS	129
FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO. J. LÓPEZ CHICHARRO, A. FERNÁNDEZ VAQUERO. 3RA EDICIÓN. EDITORIAL PANAMERICANA. UNIDAD IX ESTRÉS MEDIOAMBIENTAL Y EJERCICIO FÍSICO. ESTRÉS TÉRMICO Y EJERCICIO FÍSICO.	129



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR



1. Introducción

1.1 Área: Entrenamiento Deportivo

1.2 Tema: Incidencia de las bajas temperaturas en el entrenamiento Deportivo.

1.3 Título: Incidencia de las bajas temperaturas en el entrenamiento deportivo en personas entre 17 y 25 años.

1.4 Problema: ¿Cómo afectan las bajas temperaturas en el Entrenamiento Deportivo en personas de entre 17 y 25 años?

1.4.1 Antecedentes

“Se han encontrado investigaciones previas referidas al tema de cómo actúa el tejido adiposo pardo ante el frío, donde se concluye que el porcentaje de hombres jóvenes con tejido adiposo pardo es alto, pero su actividad es reducida en los hombres que tienen sobrepeso u obesidad. El tejido adiposo pardo puede ser metabolitamente importante en los hombres, y el hecho de que se reduzca todavía en la mayoría de personas con sobrepeso o sujetos obesos puede hacer un objetivo para el tratamiento de obesidad¹; otras investigaciones encontradas refieren a cómo afecta el ambiente externo la capacidad del cuerpo para realizar esfuerzo físico, donde se han visto los efectos del estrés extremo por el frío, y sus respuestas corporales al mismo, considerando los riesgos para la salud asociados a estas temperaturas y como el cuerpo trata de adaptarse a las condiciones mediante la aclimatación².”

1.4.2 Justificación: Ante la creciente participación en actividades deportivas como atletismo, natación, ciclismo, trekking u otros deportes en el sur

¹ The new england journal of medicine. From the Department of Human Biology, Nutrition and Toxicology Research Institute Maastricht (W.D.M.L., J.W.V., J.M.A.F.L.D., P.S.), the Department of Nuclear Medicine (N.M.S., G.J.K., G.J.J.T.), and the Department of General Surgery (N.D.B.), Maastricht University Medical Center, Maastricht, the Netherlands. Address reprint requests to Dr. van Marken Lichtenbelt at the Department of Human Biology, Maastricht University, P.O. Box 616, 6200 MD, Maastricht, the Netherlands, or at markenlichtnbel@hb.unimaas.nl.

² Faulkner, J.A., Clafin, D.R., & McCully, K.K. (1987). Muscle function in the cold. En J.R. Sutton, C.S. Houston, & G. Coates (Eds.)



de nuestro país o bien en los días invernales a lo largo de Argentina resulta interesante la preocupación por el ejercicio y entrenamiento en ambientes fríos. Esto lleva a investigar sobre las respuestas fisiológicas y los posibles riesgos para la salud asociados con el estrés por el frío, los cuales son temas importantes en la ciencia del ejercicio.

La investigación está dirigida a toda la población en general considerando que no sólo las provincias más sureñas en nuestro país, sino en todo el país, en la época invernal, se ve afectado en un mayor grado en cuanto al entrenamiento deportivo.

1.5 Preguntas de investigación:

- ¿Cómo se generan las respuestas fisiológicas y metabólicas ante el frío?
- ¿Cuáles son los factores que afectan a la pérdida de calor corporal?
- ¿Cuáles son los riesgos de salud durante el ejercicio en ambientes fríos?

1.6 Objetivos:

1.6.1 Objetivo general:

Determinar el grado de incidencia de las bajas temperaturas en el entrenamiento deportivo en personas de entre 17 y 25 años en cuanto a sus características fisiológicas y funcionales.

1.6.2 Objetivos específicos:

Identificar las respuestas fisiológicas y metabólicas ante el frío.

Clasificar los factores que afectan la pérdida de calor corporal.

Comprender los riesgos de salud del entrenamiento en ambientes fríos.

1.7 Materiales y métodos:

Para poder llevar la tesis adelante en forma correcta, se utilizarán entrevistas, trabajos previos, otras investigaciones a modo de guía para conseguir elementos que sirvan para realizar la investigación.



1.8 Población: Aquellas personas que practican regularmente deportes en ambientes fríos. Se estudiarán a deportistas seleccionados al azar simple.

1.8.1 Muestra:

La población va a ser jugadores de fútbol, corredores de distancias medias (5-10 km), y ciclistas de entre 17 y 25 años, y que se encuentren actualmente en actividad o que hayan pertenecido a algún equipo anteriormente.

1.9 Tiempo y lugar: Año 2009 / 2010; Buenos Aires

1.10 Limitaciones y delimitaciones: La investigación es realizable; no se presentan recursos que imposibiliten el trabajo de la misma; se poseen los recursos humanos necesarios; una muestra seleccionada y recursos económicos. Su tiempo de duración es aproximadamente de un año.

1.11 Tipo de Investigación: De posición teórica, correlacional, no experimental.

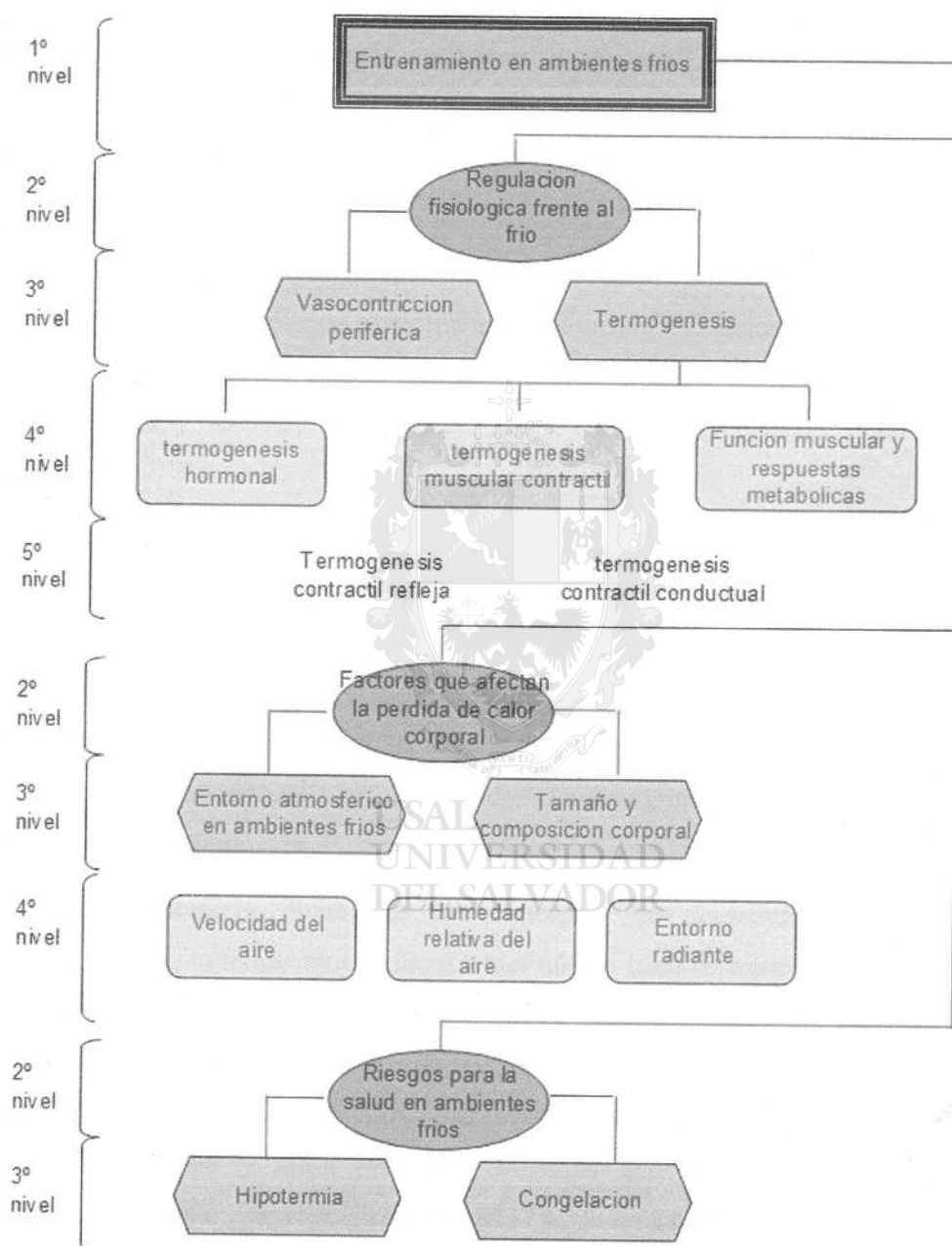


USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR



2. Marco Teórico

2.1 Mapa Conceptual





2.2 Desarrollo del Marco Teórico

El estrés del esfuerzo físico se complica frecuentemente por las condiciones térmicas ambientales. Hacer ejercicio con extremos de frío impone una pesada carga sobre los mecanismos que regulan la temperatura corporal. Aunque son sorprendentemente efectivos en la regulación del calor corporal, estos mecanismos de termorregulación pueden ser inadecuados cuando están sujetos a extremos de tanto de calor o frío. Afortunadamente, nuestro cuerpo es capaz de adaptarse a tales tensiones ambientales con la continua exposición a lo largo del tiempo.

En este análisis, me centrare en las respuestas fisiológicas al ejercicio agudo en el frío. Hay riesgos específicos para la salud asociados con el ejercicio agudo en este ambiente, por lo que también me centrare en la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con las bajas temperaturas durante el ejercicio.

Los seres humanos, como el resto de mamíferos y las aves, mantenemos una temperatura central estable, es decir, la temperatura del núcleo del organismo se mantiene constante (con estrechos márgenes de oscilación) a pesar de las variaciones de la temperatura ambiente. La homeotermia, entre otras ventajas, posibilita el mantenimiento de la velocidad de las reacciones químicas en el organismo, lo que permite la plena capacidad funcional, independientemente de la temperatura ambiental.

Es importante diferenciar los conceptos de temperatura central y superficial. Así, la temperatura central o del núcleo hace referencia a la porción del organismo constituida por los contenidos de la cabeza y cavidades torácica y abdominal, mientras que hablamos de temperatura superficial para referirnos a la parte del organismo más en contacto con el medio externo; es decir, la piel, tejido celular subcutáneo y masa muscular. Mientras que la temperatura central permanece bastante constante alrededor de 37°C, la temperatura superficial oscila al variar la temperatura ambiente.

La mayor parte del calor del organismo se produce en las regiones profundas, por lo que la piel y el tejido subcutáneo, especialmente la grasa, son



aislantes térmicos para conservar normal la temperatura interna. La piel está muy vascularizada, existiendo inmediatamente debajo de la piel un plexo venoso continuo cuyo flujo puede variar considerablemente, desde un poco más de cero hasta más o menos un 30% del gasto cardíaco total. Un flujo sanguíneo cutáneo alto conduce calor de la parte central del organismo a la piel, mientras que su disminución la reduce, regulando con ello la transferencia de calor al exterior.

La transferencia de calor entre el organismo y el medio ambiente se realiza a través de la superficie de la piel por los siguientes mecanismos:

Radiación: Es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas infrarrojas entre la piel y los objetos que la rodean. Se puede ganar o perder calor por radiación dependiendo de que la piel se encuentre más fría o más caliente que los objetos del entorno. Así, si la temperatura del cuerpo es mayor que la temperatura del medio que lo rodea, el organismo perderá calor por radiación, siendo ésta la situación más corriente. Sin embargo, a veces, especialmente en verano y sobre todo en la exposición directa al sol, el medio se vuelve más caliente que el cuerpo humano, en cuyas condiciones el organismo ganará calor por radiación. El cuerpo desnudo en una habitación a temperatura normal elimina el 60% de la pérdida total de calor por radiación.

El color de la piel y de las ropas con las que nos cubrimos afecta a la capacidad de reflexión de las ondas, de manera que el color claro refleja más radiación que el color oscuro, disminuyendo la transferencia de calor por radiación.

Conducción: Se trata de la transferencia de calor, molécula a molécula, entre sólidos, líquidos y gases, pero sobre todo sólidos o líquidos. Es un mecanismo dependiente de la conductividad de la sustancia y de las diferencias de temperatura entre los puntos de contacto. Este mecanismo toma verdadera importancia al sumergir el cuerpo en agua. Equivale en condiciones normales al 5% de la pérdida total de calor por el organismo.

Convección: Es un concepto limitado a los fluidos (líquidos o gases), que implica corrientes de los mismos: cuando moléculas más calientes entran en contacto con otras más frías, las primeras transfieren calor a las segundas (por



conducción) y estas se alejan, con lo que se crean corrientes. Las corrientes externas de aire o agua, si el cuerpo está sumergido, facilitan el intercambio de calor por esta vía; así, el aire a una velocidad de $6,5 \text{ km.h}^{-1}$, es aproximadamente dos veces más efectivo que el aire al, 5 km.h^{-1} . Equivale en condiciones normales al 15% de la pérdida de calor total del organismo.

Evaporación: Supone en condiciones normales el 20% de la pérdida de calor en reposo, constituyendo la principal defensa fisiológica en contra del sobrecalentamiento. En contraste con los mecanismos antes descritos, que pueden producir pérdidas o ganancias de calor, éste sólo puede producir pérdidas. De manera que cuando la temperatura ambiente supera a la del organismo sólo se puede perder calor por esta vía. El calor se transfiere continuamente hacia el ambiente conforme el agua se evapora de las vías respiratorias y de la superficie de la piel, constituyendo la evaporación insensible o perspiración.

Además, y fundamentalmente, la formación de sudor y concretamente su evaporación en la superficie de la piel enfría esta, provocando un descenso de la temperatura de la sangre que ha sido derivada desde el interior del cuerpo a la periferia.

También hay diferentes efectos de la pérdida de calor sobre la ropa que utilizamos, tales como los efectos sobre la pérdida de calor por conducción: La ropa aprisiona capas de aire junto a la piel y en la textura misma de la ropa, lo que aumenta el espesor de la zona aislada disminuyendo las corrientes de convección. En consecuencia, la pérdida de calor del cuerpo por conducción disminuye considerablemente al vestarnos.

Efectos sobre la pérdida de calor por radiación. La mitad aproximadamente del calor radiante transmitido desde la piel se pierde en los tejidos. La pulverización de la parte interna del vestido con una delgada capa de oro, que refleja el calor radiante, aumenta la acción aislante de la vestimenta.

Pérdida de calor por ropa húmeda. La eficacia del vestido para evitar la pérdida de calor se ve muy afectada cuando el tejido se humedece, pues el aire aprisionado actúa como aislante. De hecho, los intersticios del vestido quedan



llenos de agua, que a consecuencia de su elevada conductibilidad para el calor, aumenta la intensidad de transmisión calorífica por 20 veces o más.

Efectos sobre la pérdida de calor por evaporación. La ropa que es permeable para la humedad (ejemplo, algodón) permite una pérdida casi normal de calor por evaporación; así, cuando hay producción de sudor, éste empapará el tejido y se producirá la evaporación, no en la piel sino en la superficie del tejido. Ello enfriará el tejido y este a su vez la piel. En consecuencia, en lugares tropicales, vestidos ligeros permeables al sudor pero impermeables al calor radiante del sol impedirán que el cuerpo absorba el calor radiante y al mismo tiempo permitirá que se pierda calor con la misma intensidad que si se estuviera prácticamente sin ropa.

Por otro lado, el mantenimiento de una temperatura central de alrededor de 37°C se logra a través de mecanismos tanto fisiológicos como conductuales. El sistema de control fisiológico consta de los siguientes componentes:

Termorreceptores: En el tejido celular subcutáneo existen receptores para el calor y el frío, que transmiten al mismo tiempo la sensación de temperatura. De ellos parten vías hacia la corteza cerebral para la sensibilidad terminada consciente y hacia el hipotálamo para las reacciones vegetativas.

También existen receptores para la temperatura en el propio sistema nervioso y en el área preóptica del hipotálamo anterior, que analiza la temperatura de la sangre que irriga al sistema nervioso; estos receptores son sensibles a cambios tan pequeños de la temperatura de la sangre del orden de $0,01^{\circ}\text{C}$. Asimismo se han encontrado neuronas termosensibles ampliamente distribuidas en el sistema nervioso central (corteza cerebral, septum, cerebro medio, bulbo y médula espinal).

Parecen existir también estructuras termosensibles fuera de la piel o el sistema nervioso, como es la región de la pared dorsal de la cavidad abdominal y en la musculatura, que reciben el nombre de Termorreceptores profundos.

Centros integradores: En el hipotálamo se integra el control y la regulación de la temperatura del organismo. Clásicamente se consideraba la existencia de un